

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日
Date of Application:

2001年 7月31日

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

出願番号
Application Number:

特願2001-230767

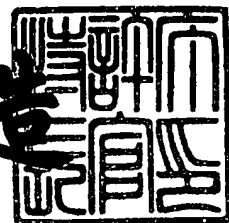
出願人
Applicant(s):

株式会社日立製作所

2001年12月21日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3109725

【書類名】 特許願

【整理番号】 K01007981A

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/39

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

【氏名】 山倉 英雄

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

【氏名】 田村 利夫

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津 2 8 8 0 番地 株式会社日立製作所ストレージ事業部内

【氏名】 田中 幸治

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100075096

【弁理士】

【氏名又は名称】 作田 康夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013088

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

誘導型磁気変換素子及び磁気抵抗効果素子を形成した薄膜磁気ヘッドであって、基板上に第 1 の磁気抵抗効果素子と、第 2 の磁気抵抗効果素子とを近接させて備えてなり、前記第 1 の磁気抵抗効果素子と第 2 の磁気抵抗効果素子とが形成された面に対して直交する前記基板の一面をスライダ面となすことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】

前記第 1 の磁気抵抗効果素子と前記第 2 の磁気抵抗効果素子とが、各々電極に挟まれて形成された磁気抵抗効果膜を備えてなり、2 組の前記電極と前記磁気抵抗効果膜とが各々幾何学的に同一形状をなすことを特徴とする請求項 1 に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 3】

前記第 1 の磁気抵抗効果素子が、下部シールド膜と上部シールド膜とに挟まれて形成された第 1 の磁気抵抗効果膜を備えて前記基板の上方に積層形成されてなり、かつ前記第 1 の磁気抵抗効果膜の形成面内に前記第 2 の磁気抵抗効果素子を構成する第 2 の磁気抵抗効果膜が形成されてなり、かつ前記第 2 の磁気抵抗効果素子近傍にはシールド膜が形成されていないことを特徴とする請求項 1 に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 4】

前記第 1 の磁気抵抗効果素子が磁気記録媒体からの磁気信号を再生する手段として用いられ、かつ前記第 2 の磁気抵抗効果素子が前記スライダ面の研磨加工量を計測する手段として用いられてなることを特徴とする請求項 1 に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 5】

前記基板が Al_2O_3-TiC または SiC 等からなる非磁性体であることを特徴とする請求項 1 に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 6】

誘導型磁気変換素子及び磁気抵抗効果素子を形成した薄膜磁気ヘッドであって、基板上に第 1 の磁気抵抗効果素子と、該第 1 の磁気抵抗効果素子の磁気抵抗を検出するための第 1 の接続用端子と、前記第 1 の磁気抵抗効果素子に近接して設けられた第 2 の磁気抵抗効果素子と、該第 2 の磁気抵抗効果素子の抵抗を検出するための第 2 の接続用端子とを備えてなり、前記第 1 の磁気抵抗効果素子と第 2 の磁気抵抗効果素子とが形成された面に対して直交する前記基板の一面をスライダ面とすることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 7】

誘導型磁気変換素子及び磁気抵抗効果素子を有する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、基板上に第 1 の磁気抵抗効果素子と第 2 の磁気抵抗効果素子とを形成する工程と、前記第 1 の磁気抵抗効果素子と第 2 の磁気抵抗効果素子とを含むようにしてスライダに切断する工程と、該スライダを研磨装置に装着して、前記第 1 の磁気抵抗効果素子と第 2 の磁気抵抗効果素子に直交する面を研磨する工程とを備えてなり、前記スライダ毎に研磨を行なうことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 8】

前記研磨工程において、前記第 2 の磁気抵抗効果素子の抵抗値を検出して、該抵抗値または該抵抗値から換算した第 2 の磁気抵抗効果素子の高さ寸法が所定の値に達したとき、前記研磨工程が終了することを特徴とする請求項 8 に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 9】

誘導型磁気変換素子及び磁気抵抗効果素子を有する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、基板上に第 1 の磁気抵抗効果素子と第 2 の磁気抵抗効果素子とを形成する工程と、前記第 1 の磁気抵抗効果素子と第 2 の磁気抵抗効果素子とを含むようにしてスライダに切断する工程と、該スライダを少なくともひとつ以上研磨装置に装着して、前記第 1 の磁気抵抗効果素子と第 2 の磁気抵抗効果素子に直交する面を研磨する工程とを備えてなり、前記スライダ毎に形成された第 2 の磁気抵抗効果素子の抵抗値を検出して、該抵抗値または該抵抗値から換算した第 2 の磁

気抵抗効果素子の高さ寸法が所定の値に達したとき、前記研磨工程が終了することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 1 0】

前記研磨工程において、前記第 2 の磁気抵抗効果素子の抵抗値を検出して、該抵抗値または該抵抗値から換算した第 2 の磁気抵抗効果素子の高さ寸法が所定の値に達したとき、前記スライダの研磨面と前記研磨装置の研磨盤表面とを非接触状態にして研磨を終了させることを特徴とする請求項 8 または 1 0 に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 1 1】

前記研磨工程において、前記第 2 の磁気抵抗効果素子の抵抗値を検出して、該抵抗値または該抵抗値から換算した第 2 の磁気抵抗効果素子の高さ寸法が所定の値に達したとき、当該のスライダのみ研磨を終了させることを特徴とする請求項 1 0 に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、磁気抵抗効果素子を形成した薄膜磁気ヘッドに係わり、特に磁気抵抗効果素子の素子高さを高精度に制御するための薄膜磁気ヘッドの構造および製造方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、磁気ディスク装置においては、小型・大容量化が進んでおり、現在 3.5 インチと 2.5 インチサイズのディスクを用いた小型磁気ディスク装置が主流になっている。この小型磁気ディスク装置に使用されている磁気ヘッドのうち、再生出力がディスクの回転速度に依存する磁気誘導型ヘッドでは、ディスクの回転数が小さいために十分な再生出力を得ることが出来ない。一方、磁界の変化によって抵抗値が変化する磁気抵抗効果素子を用いた磁気抵抗効果型ヘッドでは、再生出力がディスク回転速度に依存しないため、大きな再生出力を得ることができる。また、磁気抵抗効果型ヘッドは、高密度化に伴う狭トラック化に対しても

磁気誘導型磁気ヘッドと比べて高い再生出力を得られ、小型化・大容量化に適した磁気ヘッドであると考えられている。

【0003】

磁気抵抗効果型ヘッドには、MR (Magnetoresistive) 素子を用いたMRヘッドとGMR (Giant Magnetoresistive) 素子を用いたGMRヘッド及びTMR (Tunneling Magnetoresistive) 素子を用いたTMRヘッドがある。ここでは、上記の3種類の構造を有する磁気ヘッドを総称してMRヘッドと呼ぶ。

【0004】

ところでMRヘッドにおいて、磁界の変化に対応させて磁気抵抗効果素子の抵抗値変化を検出するため、MRヘッドを搭載させたスライダのディスクに対向する面（以下、浮上面と呼ぶ）に磁気抵抗効果素子を露出させて使用する構造が最もディスクに記録された情報信号の再生効率が高い。浮上面に磁気抵抗効果素子を露出させた露出型MRヘッドでは、浮上面加工時に磁気抵抗効果素子の一部を研磨加工することにより浮上面に磁気抵抗効果素子の端部を露出させている。

【0005】

そして、磁気抵抗効果素子の浮上面に対して直交する方向の寸法を磁気抵抗効果素子の高さ（MR素子高さ）と呼び、このMR素子高さの寸法が研磨加工によって制御されている。この磁気抵抗効果ヘッドでは、このMR素子高さによって再生出力が変化するため、MR素子高さのばらつきがそのまま磁気ヘッドの再生出力変動という形で現れる。従って、磁気ヘッドの再生出力変動を抑制するためには、研磨加工工程においてMR素子高さを高精度に制御することが必要となる。

【0006】

このMR素子高さの寸法が小さいほど磁気ヘッドの性能が向上する、すなわちディスクの記録情報を高感度に検出することが出来るので、年々MR素子高さが小さくなっている。現在、一般のMR素子高さは0.2～0.6 μm であり、面記録密度100 Gbit/in²以上の磁気ディスク装置では、0.1 μm 以下と言われている。従って、これらに対応してMR素子高さの加工精度は、 $\pm 0.02 \mu\text{m}$ （面記録密度100 Gbit/in²以上の場合）が要求され则认为

られる。

【 0 0 0 7 】

MR素子高さを高精度に研磨する方法として、特開昭63-191570号公報、特開平10-49828号公報、特開平10-208214号公報に記載されているように、素子の形成工程においてMR素子とは別に形成した測定用のパターン（抵抗検知素子と呼ぶ）を用い、この測定した抵抗値をMR素子高さに換算する方法が一般的である。そしてその制御方法は、ロウバー内に形成した数10点の抵抗検知素子の抵抗値から換算したMR素子高さを2次曲線もしくは4次曲線で近似し、この近似曲線の傾き成分、2次曲がり成分、うねり成分が小さくなるように研磨加工中にロウバーに加える荷重を制御する方法が用いられている。

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

上記で説明した従来技術では、下記の原因によりMR素子高さの加工精度に誤差が生じるという欠点を有していた。即ち、

（1）基板上に磁気抵抗効果素子と抵抗検知素子を形成する際に使用する露光マスクの形成誤差及びその露光工程における露光誤差。

（2）形成される磁気抵抗効果素子と抵抗検知素子との位置が離れていることによる研磨量の違いに起因する誤差。

（3）浮上面研磨工程において補正しきれないロウバー内のMR素子高さの分布における傾き成分、2次曲がり成分、うねり成分等によって生じる誤差。

（4）抵抗検知素子の抵抗値をMR素子高さに換算する際の誤差。

（5）抵抗検知素子の抵抗値または抵抗値換算MR素子高さが所定の値に達した時に加工を終了する際に生じる停止寸法誤差。

（6）MR素子高さを制御して研磨した後にロウバーの形態で実施される浮上面の仕上げ研磨加工を行う際に生じる加工量のばらつき。

【 0 0 0 9 】

上記した誤差要因によって、従来技術を使って磁気抵抗効果素子の高さを $\pm 0.02 \mu\text{m}$ 以下の精度で行なうことは、小型・大容量の磁気ディスク装置の実現

という大きなニーズがあるにも係らず、極めて困難であった。即ち、特開平 1 0 - 4 9 8 2 8 号公報や特開平 1 0 - 2 0 8 2 1 4 号公報に記載されるように、磁気抵抗効果素子に隣接して研磨量モニター用の抵抗検知素子が設けられているが、研磨はロウバーの状態で行なわれるため、個々の抵抗検知素子で得られた情報を独立して制御し、個別に磁気抵抗効果素子の研磨量にフィードバックすることが困難であった。そのため、実際に得られる磁気抵抗効果素子の素子高さは大きなばらつきを有し、 $\pm 0.02 \mu\text{m}$ 以下という精度を実現することは到底不可能と言わざるを得なかった。

【 0 0 1 0 】

本発明の目的は、従来技術の欠点を解決し、MR 素子高さを高精度に加工可能な磁気ヘッドの構造とその製造方法を提供することである。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

本発明では、絶縁膜を形成した基板の上方に第 1 の磁気抵抗効果素子と第 2 の磁気抵抗効果素子とを近接させて形成し、この第 1 の磁気抵抗効果素子と第 2 の磁気抵抗効果素子とが形成された面に対して直交する上記基板の一面を磁気記録媒体に対して対向するスライダ面として、薄膜磁気ヘッドを構成した。

【 0 0 1 2 】

また、上記した第 1 の磁気抵抗効果素子と第 2 の磁気抵抗効果素子とが、各々電極に挟まれて形成された第 1 の磁気抵抗効果膜と第 2 の磁気抵抗効果膜を有し、更には各々の磁気抵抗効果膜の端部が上記したスライダ面に露出するように形成されている。そして、2 組の電極と磁気抵抗効果膜とが各々幾何学的に同一形状であるように形成した。

【 0 0 1 3 】

また本発明では、第 1 の磁気抵抗効果素子が下部シールド膜と上部シールド膜とに挟まれて形成された第 1 の磁気抵抗効果膜を備えて基板の上方に積層形成され、かつこの第 1 の磁気抵抗効果膜が形成された平面内に第 2 の磁気抵抗効果素子を構成する第 2 の磁気抵抗効果膜を形成するようにした。

【 0 0 1 4 】

本発明では、絶縁膜を形成した基板の上方に、第1の磁気抵抗効果素子と第2の磁気抵抗効果素子とを形成する工程と、前記第1の磁気抵抗効果素子と第2の磁気抵抗効果素子とを含むようにしてスライダに切断する工程と、該スライダを研磨装置に装着して、前記第1の磁気抵抗効果素子と第2の磁気抵抗効果素子に直交する面を研磨する工程とを備えており、上記したスライダ毎に研磨を行なうようにした。

【0015】

このとき、第1の磁気抵抗効果素子を磁気記録媒体からの磁気信号を再生する手段として用い、かつ第2の磁気抵抗効果素子をスライダ面の研磨加工量を計測する手段として用いるようにしてスライダ面の研磨を行ない、この第2の磁気抵抗効果素子の抵抗値を検出して、その抵抗値または抵抗値から換算した第2の磁気抵抗効果素子の高さ寸法が所定の値に達したとき、研磨工程を終了させて薄膜磁気ヘッドを製造した。

【0016】

また、研磨装置に少なくともひとつ以上のスライダを装着し、スライダ毎に形成された第2の磁気抵抗効果素子の抵抗値を検出して、その抵抗値または抵抗値から換算した第2の磁気抵抗効果素子の高さ寸法が所定の値に達したとき、当該のスライダの研磨が終了するようにした。

【0017】

以上で説明したように、スライダ毎に設けた2つの磁気抵抗効果素子の一方をスライダの研磨量計測用に用い、その抵抗値または抵抗値から換算した磁気抵抗効果素子の高さに達したときに当該のスライダの研磨を終了させることによって

高精度に制御された磁気抵抗効果素子の高さを有する薄膜磁気ヘッドを実現することが可能である。

【0018】

【発明の実施の形態】

先ず、磁気ディスク装置の概要について説明する。図1は磁気ヘッド1とディスク2との配置を説明するための図である。磁気ヘッド1はスライダ3とこのス

ライダー面4に直交するスライダ3の上に形成された磁気抵抗効果素子5から構成されている。CSS(Contact Start Stop)方式の磁気ディスク装置では、磁気記録媒体であるディスク2の回転による動圧を利用して磁気ヘッド1、正確には磁気抵抗効果素子5の端部をディスク2の表面から微小量だけ浮上させ、ディスク2に対して情報の記録または再生を行う。このとき、ディスク2の表面と磁気抵抗効果素子5との間隔を浮上量hと定義する。この浮上量hが小さいほど記録または再生の効率を高めることが出来る。

【0019】

次に、磁気ヘッド1について、図2の構造図を用いて説明する。同図において、例えば Al_2O_3-TiC または SiC などの非磁性体である基板6の表面に誘導型磁気変換素子10と磁気低効果素子5を、良く知られたスパッタ法等の薄膜形成工程、ホトリソ工程、エッチング加工工程等を用いて形成される。これを短冊状に切断加工を施し、複数個の磁気ヘッドを有するロウバー7を形成する。さらにこのロウバー7を切断加工することにより、磁気ヘッド1が完成する。このとき、誘導型磁気変換素子10と磁気低効果素子5とを含むように切断された基板6の一部分がスライダ3であって、誘導型磁気変換素子10と磁気低効果素子5とが形成された面に対して直交するスライダ3の一面が浮上面4として機能する。

【0020】

図3は磁気ヘッド1の素子部（誘導型磁気変換素子10と磁気低効果素子5）の構造を表わす斜視図である。誘導型磁気記録素子10はコイル8、上部磁性膜9、上部シールド膜11により構成されており、上部磁性膜9の端部は、スライダ3の浮上面4とほぼ同一面に露出するように配置され、この露出した部分を用いてディスク2に情報の記録を行う。

【0021】

また、誘導型磁気記録素子10の近傍には磁気抵抗効果素子5が配置されており、磁気抵抗効果膜12を挟むように電極13が形成されている。そして、磁気抵抗効果素子5を用いてディスク2に記録された情報を再生するときのノイズを低減するため、磁気抵抗効果膜12と電極13とが上部シールド膜11と下部シ

ールド膜 14 とに挟まれる構造となっている。

【0022】

誘導型磁気記録素子 10 の場合と同様に、磁気抵抗効果膜 12 の端部がスライダ 3 の浮上面 4 とほぼ同一面に露出するように配置されている。そして、この磁気抵抗効果膜 12 の端部からスライダ 3 の浮上面 4 とほぼ直角方向の高さ、即ち磁気抵抗効果膜 12 の高さ（MR 素子高さと呼ぶ）が小さいほど、記録情報の再生効率が大きくなる。従って、スライダ 3 の浮上面 4 を研磨加工するときこの磁気抵抗効果膜 12 の端部も研磨され、その研磨加工精度が磁気抵抗効果素子 5 の性能を支配するので、上記した MR 素子高さを極めて高精度に加工しなければならない。

【0023】

ところで、磁気ヘッド 1 を用いた磁気ディスク装置の記録再生は次のように行われる。

(1) コイル 8 と上部磁性膜 9 を用いてディスク 2 の表面を磁化することにより、必要な情報がディスク 2 に記録される。

(2) 磁化されたディスク 2 の表面と磁気ヘッド 1 とを相対的に移動させたとき、ディスク 2 に書き込まれた磁極 S、N の極性によって、磁気抵抗効果膜 12 の抵抗値が変化する。この抵抗値変化を検出することにより、ディスク 2 の表面に書き込まれた情報が再生される。

【0024】

以上で述べたように、磁気抵抗効果素子 5 を有する磁気ヘッド 1 を用いる場合、MR 素子高さ、即ちスライダ 3 の浮上面 4 とほぼ同一面に位置する磁気抵抗効果膜 12 の端部から、浮上面 4 に対してほぼ直角方向の高さ寸法を高精度に研磨加工することが極めて重要である。そこで、以下に MR 素子高さを制御しながら高精度に研磨する方法について説明する。

【0025】

図 3 は一般に良く知られたロウバー 7 の外観図である。ひとつの例としてロウバー 7 は磁気ヘッド 1 が数 10 個連なった形状を有し、個々の磁気ヘッド 1 に切り離れたときにスライダ 3 となる浮上面 4 と磁気抵抗効果素子 5 がこのロウバー

7の状態では研磨加工される。このとき、図5に例示するように、一般的にはロウバー7における個々の磁気ヘッド1の間に設けられた切断部には研磨加工時のMR素子高さを検出するための抵抗検知素子15が設けられている。そして、この抵抗検知素子15の一部が浮上面4の研磨加工によって除去される際にその抵抗値の変化を検出し、検出したこの抵抗値をMR素子高さに換算することにより、ロウバー7内におけるMR素子高さの分布をモニタリングする。このとき、MR素子高さの分布が均一になるように上記した複数の抵抗検知素子15で検出された抵抗値を用いてロウバー7に印加する研磨荷重を調節する。

【0026】

現在主流の磁気ヘッド1の大きさはピコスライダと呼ばれ、磁気ヘッド1の外寸法は幅1.2mm、長さ1.0mm、高さ0.3mmであり、図4に例示したロウバー7の状態では、幅(b)1.2mm、長さ(L)40~80mm、高さ(t)0.30~0.33mmである。ロウバー7の長さが他の寸法と比較して非常に長い理由としては、ロウバー7の長さを長くすることにより1本のロウバー7に含まれる磁気ヘッド1の数を大きくすることが出来、それによって磁気ヘッド1の生産性を向上させることが可能になるためである。

【0027】

しかしながら、従来技術であるロウバー7の状態では研磨加工を行なう場合、この長さが長くなるに従ってロウバー7の剛性が低下し、ロウバー7内に2次曲り成分と3次曲線以上の高次曲線成分(うねり成分と呼ぶ)が生じ易くなる。上記した2次曲り成分はロウバー7内に設けた抵抗検知素子15の抵抗値を検出し、その値に基づいてロウバー7に印加する荷重を適宜調整することによって、比較的容易に補正することが可能であるが、うねり成分に関しては補正するのが困難である。

【0028】

従来の加工方法において、完成した個々の磁気ヘッド1のMR素子高さがばらつく要因は前述した発明における課題の欄で述べたが、特に要因(1)~(3)、(6)はロウバー7の状態では浮上面を研磨加工する際に生じるものであって、ロウバー7内のうねり成分を十分に補正することが出来ないことに起因する。従

って、MR素子高さを向上するためには浮上面研磨加工の前工程におけるロウバー内MR素子高さのうねり成分の抑制が必須である。

【0029】

以下、本発明の実施例を図面を用いて詳細に説明する。

図4に示したロウバーの状態です浮上面4を研磨し、同時にMR素子の高さも制御する場合、上記したロウバーなる形状特有のばらつきが生じる。従って、本発明ではそのばらつき要因を排除することを目的に、スライダの状態です研磨するようにした。即ち、個々のスライダ毎に設けられた抵抗検知素子を用いてその抵抗値を検出し、その結果を逐次研磨条件にフィードバックしながら研磨を行なうようにすれば良い。

【0030】

本発明の一実施例である磁気ヘッドの斜視図を図6に、また磁気抵抗効果素子の端部が浮上面に露出した状態で、浮上面から見た磁気ヘッドの概略断面図を図7に示す。上記した磁気ヘッドは、上記の図2～図5に示した場合と同様の方法で形成されるが、従来の場合との違いは下記の点にある。即ち、ロウバーから切り離されたスライダ3には第1の磁気抵抗効果素子101と第2の磁気抵抗効果素子102とを近接させて形成した。第1の磁気抵抗効果素子101と第2の磁気抵抗効果素子201は、各々第1の磁気抵抗効果膜102と第2の磁気抵抗効果膜202の一部に接触させて、かつ挟みこむようにして形成した第1の電極103と第2の電極203とを、絶縁膜301を有する基板3（切断後のスライダ3）の上方に積層されている。

【0031】

第1の磁気抵抗効果膜102と第2の磁気抵抗効果膜202及び第1の電極103と第2の電極203とは各々幾何学的に同一形状とし、また同一素材を用いて形成した。そして、第2の磁気抵抗効果膜202は第1の磁気抵抗効果膜102と同一平面内に形成されている。更に、第1の磁気抵抗効果素子101は、第1の磁気抵抗効果膜102及び第1の電極103とを挟むようにして形成した下部シールド膜104及び上部シールド膜105を備えている。第1の磁気抵抗効果素子101と第2の磁気抵抗効果素子201との間隔dはホトマスクの寸法公

差やホト工程での誤差等を考慮して可能な限り小さくすることが望ましい。

【0032】

情報をディスク2に記録させるための誘導型磁気変換素子10は第1の磁気抵抗効果素子101の上方に上部シールド膜105を介して形成されるが、その構造及び形成方法は従来技術と同様であり、ここでは省略する。

【0033】

次に、スライダの浮上面の研磨加工について説明する。図8は従来技術と比較して、本実施例における加工プロセスフローを表わす。即ち、

(1) 第1の磁気抵抗効果素子101、第2の磁気抵抗効果素子201、誘導型磁気変換素子10を備えた基板6をロウバー7の形状に切断する。

(2) 第1の磁気抵抗効果素子101や第2の磁気抵抗効果素子201の形成された面に対して直交する基板6の面を、両面ラップと呼ばれる方法を用いて粗研磨を行ない、MR素子高さを予め決められた所定の寸法に加工する。

(3) 更にこの状態でスライダ3の浮上面4の研磨を行い、MR素子高さを所定の値に近付ける。即ち、完成した磁気ヘッドのMR素子高さを H_f とすれば、この工程における研磨加工の目標値 H_b は、 $H_f + 0.03 \sim 0.15 \mu m$ 程度である。尚、この工程までは従来技術と同じである。

(4) 第1の磁気抵抗効果素子101や第2の磁気抵抗効果素子201が各スライダに含まれるようにロウバー7を切断する。

(5) スライダを研磨装置に装着し、スライダ毎に第2の磁気抵抗効果素子201の抵抗値を検出しながらその結果を研磨装置にフィードバックしながら浮上面4の研磨を行ない、上記の抵抗値またはその抵抗値から換算したMR素子高さが H_f になるまで研磨加工を行なう。

(6) 次に本実施例では浮上面4の表面に、良く知られたイオンミリング法あるいはスパッタ法を用いて浮上用のレールを形成する。

一方、従来技術では、(3)ロウバーの状態では浮上面の加工を行ない、このときに第2の磁気抵抗効果素子201の抵抗値またはその換算したMR素子高さが H_f になるまで研磨加工が行なわれる。しかしながら、数10の磁気抵抗効果素子が連なったロウバーの状態では研磨が行なわれるため、たとえ第2の磁気抵抗

効果素子の抵抗値を検出して、その結果を研磨装置にフィードバックしても当該のスライダ部分にだけ必要な研磨荷重を印加することが不可能である。従って、この場合には目標のMR素子高さHfに対して、極めて大きなばらつきが生じてしまうことを避けることが出来ない。

【0034】

次に、上記した(6)の工程における浮上面の高精度研磨加工方法について、図9～図12を用いて説明する。図9は本実施例で使用した研磨装置の概念図である。また、図10は第1の磁気抵抗効果素子101及び第2の磁気抵抗効果素子201を有するスライダ3を研磨装置に装着したときの概念図である。これらの図において、スライダ3の裏面(第1の磁気抵抗効果膜103及び第2の磁気抵抗効果膜203が表面に露出していない側の面)をポリウレタン等の粘着性弾性体301を貼り付け、研磨治具302の上下シリンダ303に固定する。図10に示すように、上下シリンダ303には例えばフィルム状の回路基板304が装着されており、フィルム状の回路基板304の端子305と図6に示した第2の磁気抵抗効果素子201の端子204とを、例えばワイヤーボンディング法を用いてワイヤ306で結線し、研磨加工中に第2の磁気抵抗効果素子201の抵抗値を検出することが出来る。

【0035】

図9に示した実施例において、複数個のスライダ3を固定した研磨治具302をラップ研磨装置に取り付け、スライダ3の浮上面4と研磨定盤306とが対向するように配置する。研磨加工を行なう前は、アクチュエータ307と上下シリンダ303とが離れており、また上下シリンダ303が例えばコイルバネ308により押し上げられた状態にあるので、スライダ面4と研磨定盤306とが非接触の状態に置かれている。

図11はスライダ3を研磨加工しているときの状態を表わす図であって、アクチュエータ24を用いて上下シリンダ303に荷重Fを付加することにより、スライダ3の浮上面4と研磨定盤306の表面とが接触させる。この状態で研磨定盤306を回転させ、研磨治具302を研磨定盤306の直径方向または法線方向に往復運動させることによって、浮上面4の表面が研磨される。尚、研磨定盤

306の表面には浮上面4の研磨加工に適したダイヤモンド砥粒が予め埋め込まれている。

【0036】

研磨が行なわれている間、スライダ3の上に設けられた第2の磁気抵抗効果素子201を用いて第2の磁気抵抗効果膜202の抵抗値を適宜あるいは決められたスケジュールに従って測定し、その結果をアクチュエータ307にフィードバックされる。そして、図12に例示するように、第2の磁気抵抗効果素子202を用いて測定した抵抗値もしくは抵抗値から換算したMR素子高さが所定の値になったとき、そのスライダ4に研磨荷重を加えていたアクチュエータ307を反対方法に作動させ、上下シリンダ302に加える荷重をゼロにすることによって上下シリンダ302がコイルバネ308の復元力により押し上げられる。(図12において、右端及び4番目の研磨治具が該当する)

このようにして、スライダ3内に形成した第2の磁気抵抗効果素子202の抵抗値もしくは抵抗値から換算したMR素子高さが所定の値を有する磁気ヘッド1が完成する。図12の本実施例に示すように、複数個のスライダ3を一括して研磨加工を行ない、MR素子高さが所定の値に達したスライダ3から順次加工が終了する。そして、MR素子高さが所定の値に達しないスライダ3は引続き研磨加工が継続される。研磨治具302に装着した全てのスライダ3の研磨が終了したとき、研磨定盤306の回転と研磨治具302の往復運動を停止し、加工が終了する。

【0037】

以上で説明したように、本実施例で述べた研磨加工法は下記の効果を有し、MR素子高さを極めて高精度に加工することが可能である。

(1) スライダ毎に、かつ個々のスライダに設けた磁気抵抗効果素子の特性を利用して研磨加工を行なうため、従来技術におけるロウバー毎の研磨加工に起因する加工量のばらつきを低減することが出来る。

(2) スライダ毎に研磨加工を行なうため、その加工を独立して制御することが出来る。

(3) スライダ内に第1の磁気抵抗効果素子(記録再生用)と第2の磁気抵抗効

果素子（研磨加工モニター用）とを近接させて形成することにより、両者の離間距離に起因する加工量のばらつきを低減することが出来る。

（４）記録再生用の磁気抵抗効果素子を構成する磁気抵抗効果膜及び電極と同一部材及び同一形状の研磨加工用素子を用いることにより、実質的には記録再生用の磁気抵抗効果素子の研磨加工が可能になる。

（５）研磨加工用の磁気抵抗効果素子はシールド膜を除外したため、研磨加工時に発生するスクラッチ起因のノイズを低減することが出来、抵抗値の高感度測定が可能になる。即ち、シールド膜が存在する場合、または記録再生用の磁気抵抗効果素子を用いて研磨加工量を測定する場合、磁気抵抗効果膜及び電極を挟んで設けられたシールド膜の間隔は高々80～100nm程度であるため、研磨加工時のスクラッチによってシールド膜と電極との短絡によって検出すべき抵抗値が本来の抵抗値よりも小さくなって測定される。これによって正確な研磨を行なうことが出来ずに、MR素子高さの大きなばらつきを発生させる。

【0038】

次に、本実施例に基いて研磨加工を行なった結果について説明する。

図13は、スライダ毎に設けた第2の磁気抵抗効果素子201の抵抗値を検出しながら加工研磨を実施し、研磨終了後に第1の磁気抵抗効果素子101の抵抗値を測定した結果を表わす。その結果、スライダ内に形成した第1の磁気抵抗効果素子101と第2の磁気抵抗効果素子201との抵抗値は極めて良い相関関係にあることが明らかである。

【0039】

このことは、スライダ内の第1の磁気抵抗効果素子101に近接させて設けた第2の磁気抵抗効果素子201の抵抗値をモニターしながら加工研磨を行なうことによって、第1の磁気抵抗効果素子101、即ち実際の磁気ヘッドにおける磁気抵抗効果素子の抵抗値もしくはMR素子高さを精度良く加工することが出来るということを意味する。

【0040】

図13（a）は、従来技術であるロウバーの状態で浮上面の研磨加工を行ない、その後スライダに切断した磁気ヘッドのMR素子高さ（抵抗換算値）の分布図

である。また、図13(b)は、本実施例を用いてスライダ毎に研磨加工を施したときのMR素子高さ(抵抗換算値)の分布図である。この結果から明らかなように、従来技術におけるMR素子高さは平均値 $0.26\mu\text{m}$ 、最大値 $0.34\mu\text{m}$ 、最小値 $0.17\mu\text{m}$ 、ばらつき(3 σ 値) $0.09\mu\text{m}$ であるのに対して、本実施例におけるMR素子高さは平均値 $0.25\mu\text{m}$ 、最大値 $0.27\mu\text{m}$ 、最小値 $0.23\mu\text{m}$ 、ばらつき(3 σ 値) $0.02\mu\text{m}$ である。換言すれば、本実施例で説明した磁気ヘッドの構造(図6参照)及びスライダ毎の研磨加工方法(図12参照)を用いることによって、高記録面密度を有する磁気ディスク装置の実現に必要な不可欠な磁気ヘッドを作製することが可能であることを示している。

【0041】

図15(a)は従来技術における磁気ヘッドの再生出力とGMR素子の抵抗値との関係を、また図15(b)は本実施例における関係を表わす。その結果、従来技術においては図14(a)に示したようにMR素子高さのばらつきが大きいので、その結果としてGMR素子の抵抗値及び再生出力が広範囲に分布する。一方、本実施例においては、図14(b)に示す如くMR素子高さのばらつきを極めて小さくすることが出来るので、GMR素子の抵抗値及び再生出力のばらつきも低減することが可能になる。これによって、磁気ヘッドとして重要な特性のひとつである再生出力の安定した、かつ高信頼度を有する磁気ヘッドを提供することが出来るといっても過言ではない。

【0042】

【発明の効果】

記録再生用と研磨加工量検出用の磁気抵抗効果素子をスライダ内に形成し、加工量をモニターしながらスライダ毎に研磨加工を行なうことによって、高精度に制御されたMR素子高さを有する磁気ヘッドを実現することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】

磁気ヘッドとディスクとの関係を表わす配置図である。

【図2】

磁気ヘッドの製造過程を説明するための概念図である。

【図 3】

磁気ヘッドの構造を説明するための斜視図である。

【図 4】

磁気ヘッドの連なった状態であるロウバーの概略図である。

【図 5】

ロウバーを説明するための拡大概略図である。

【図 6】

本実施例である磁気ヘッドの構造を説明するための斜視図である。

【図 7】

本実施例である磁気ヘッドの断面構造図である。

【図 8】

従来技術及び本実施例における研磨加工プロセスフローである。

【図 9】

本実施例であるスライダ毎の研磨加工を行なうための装置概略図（加工前）である。

【図 1 0】

加工装置のスライダ取り付け部の拡大図である。

【図 1 1】

本実施例であるスライダ毎の研磨加工を行なうための装置概略図（加工中）である。

【図 1 2】

本実施例であるスライダ毎の研磨加工を行なうための装置概略図（加工終了）である。

【図 1 3】

第 1 及び第 2 の磁気抵抗効果素子における抵抗値相関図である。

【図 1 4】

従来技術及び本実施例における GMR 素子高さ（抵抗値換算）の分布図である。

【図 1 5】

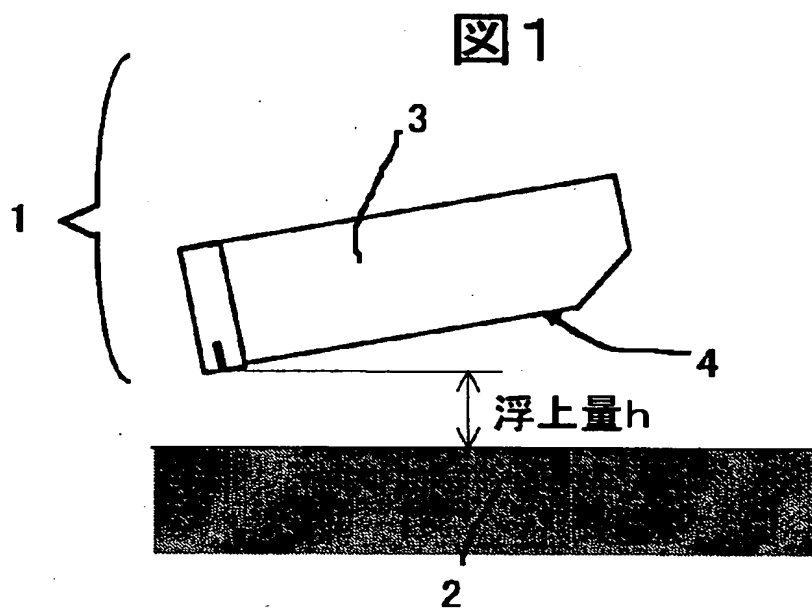
従来技術及び本実施例における GMR 素子の抵抗値と再生出力との関係を表わす図である。

【符号の説明】

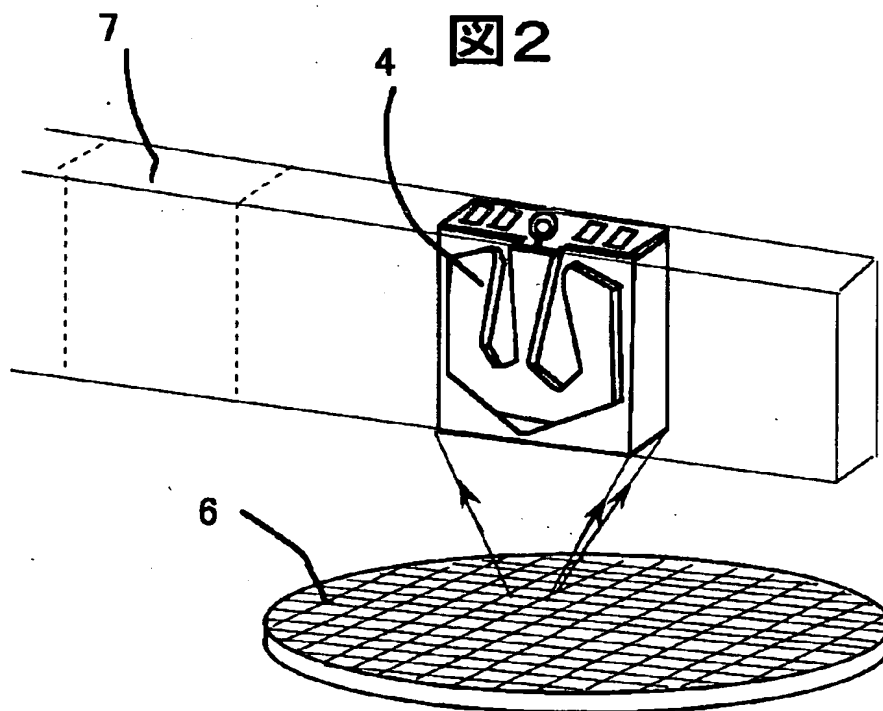
1…磁気ヘッド、2…ディスク、3…スライダ、4…スライダ面、5…磁気抵抗効果素子、6…基板、7…ロウバー、8…コイル、9…上部磁性膜、10…誘導型磁気変換素子、11…上部シールド膜、12…磁気抵抗効果膜、13…電極、14…下部シールド膜、15…抵抗検知素子、101…第1の磁気抵抗効果素子、102…第1の磁気抵抗効果膜、103…第1の電極、104…下部シールド膜、105…上部シールド膜、201…第2の磁気抵抗効果素子、202…第2の磁気抵抗効果膜、203…第2の電極、204…抵抗検知用端子、205…磁気変換素子の端子、301…表面粘着性の弾性体、302…研磨治具、303…上下シリンダ、304…フィルム状回路基板、305…端子、306…研磨定盤、307…アクチュエータ、308…ばね、309…ワイヤーボンディングのワイヤー

【書類名】 図面

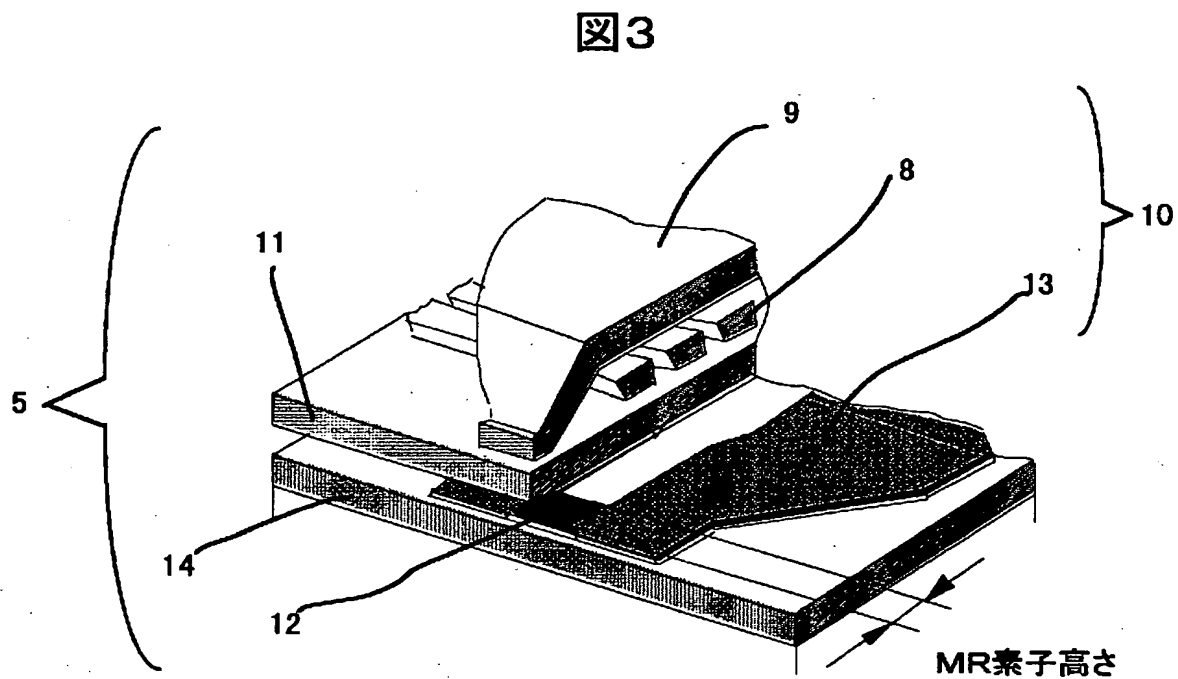
【図 1】



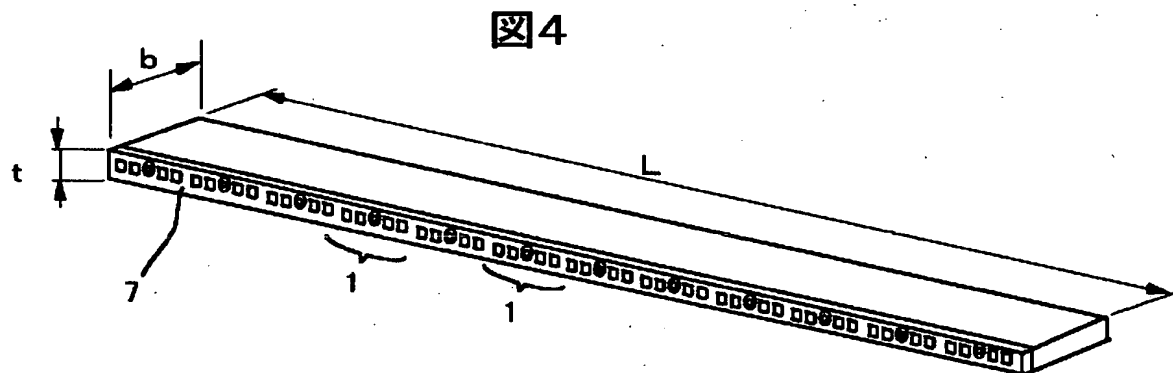
【図 2】



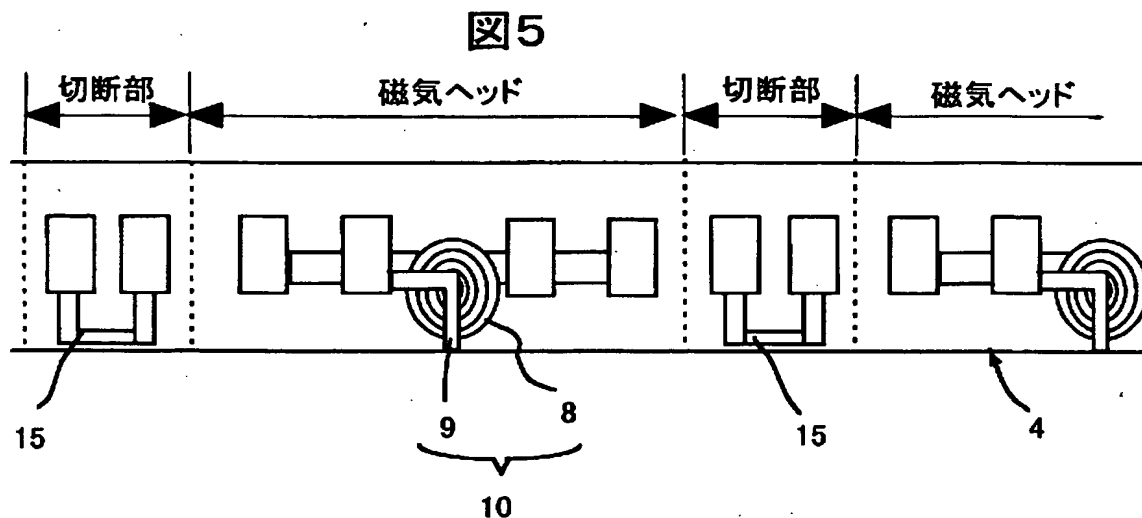
【図 3】



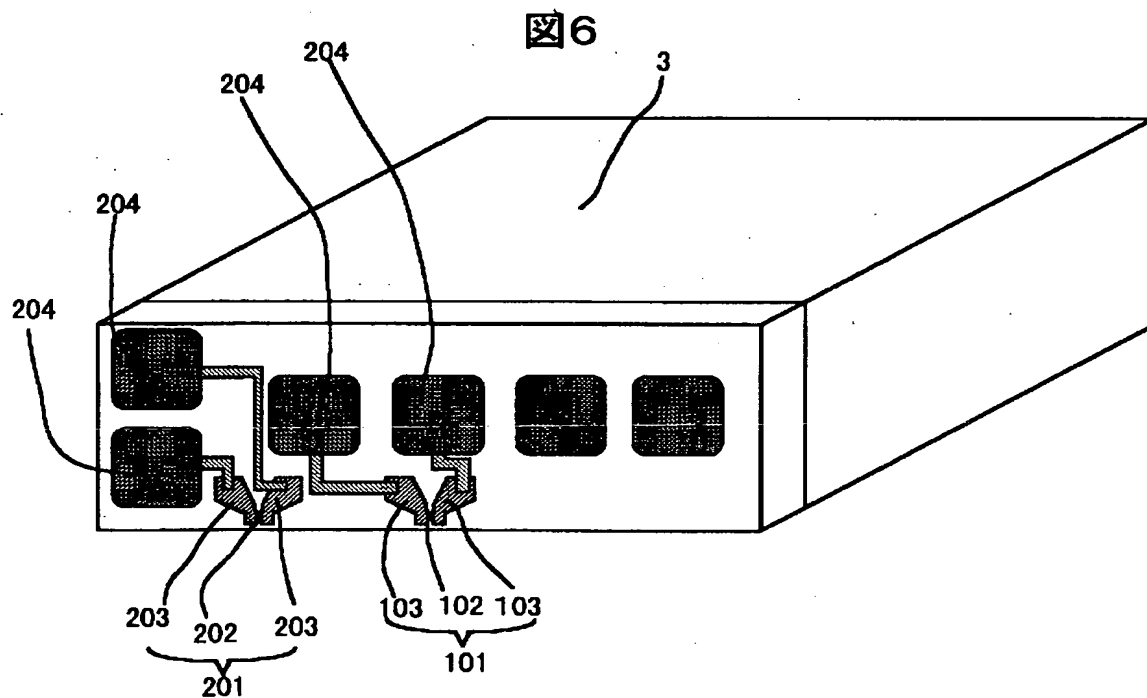
【図 4】



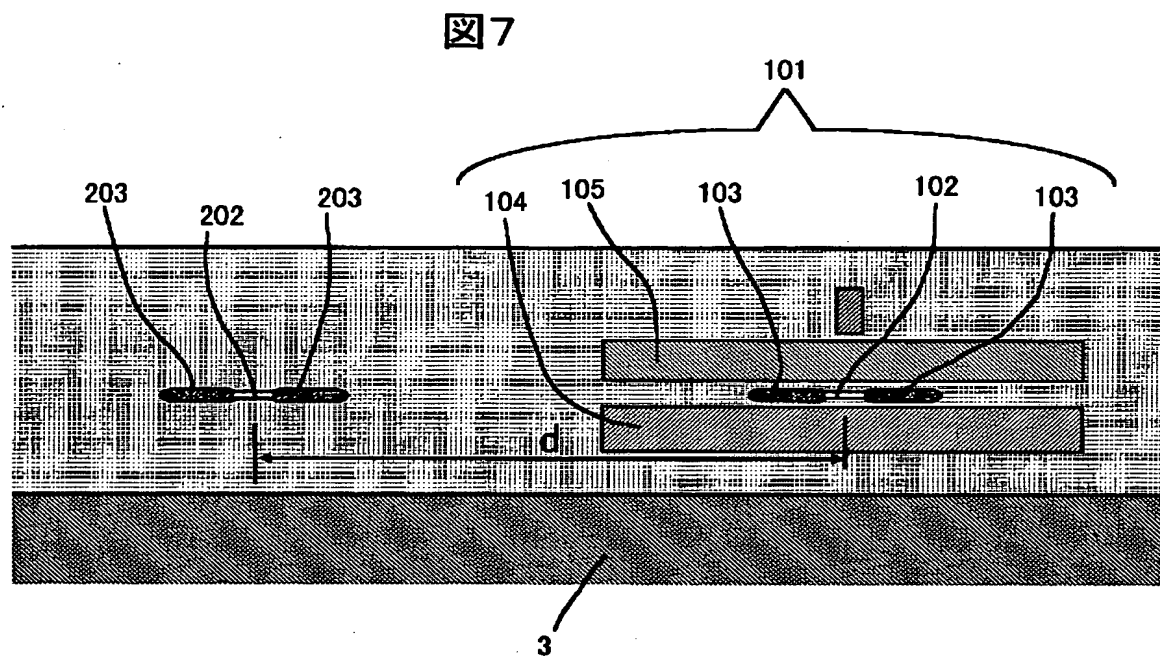
【図 5】



【図 6】

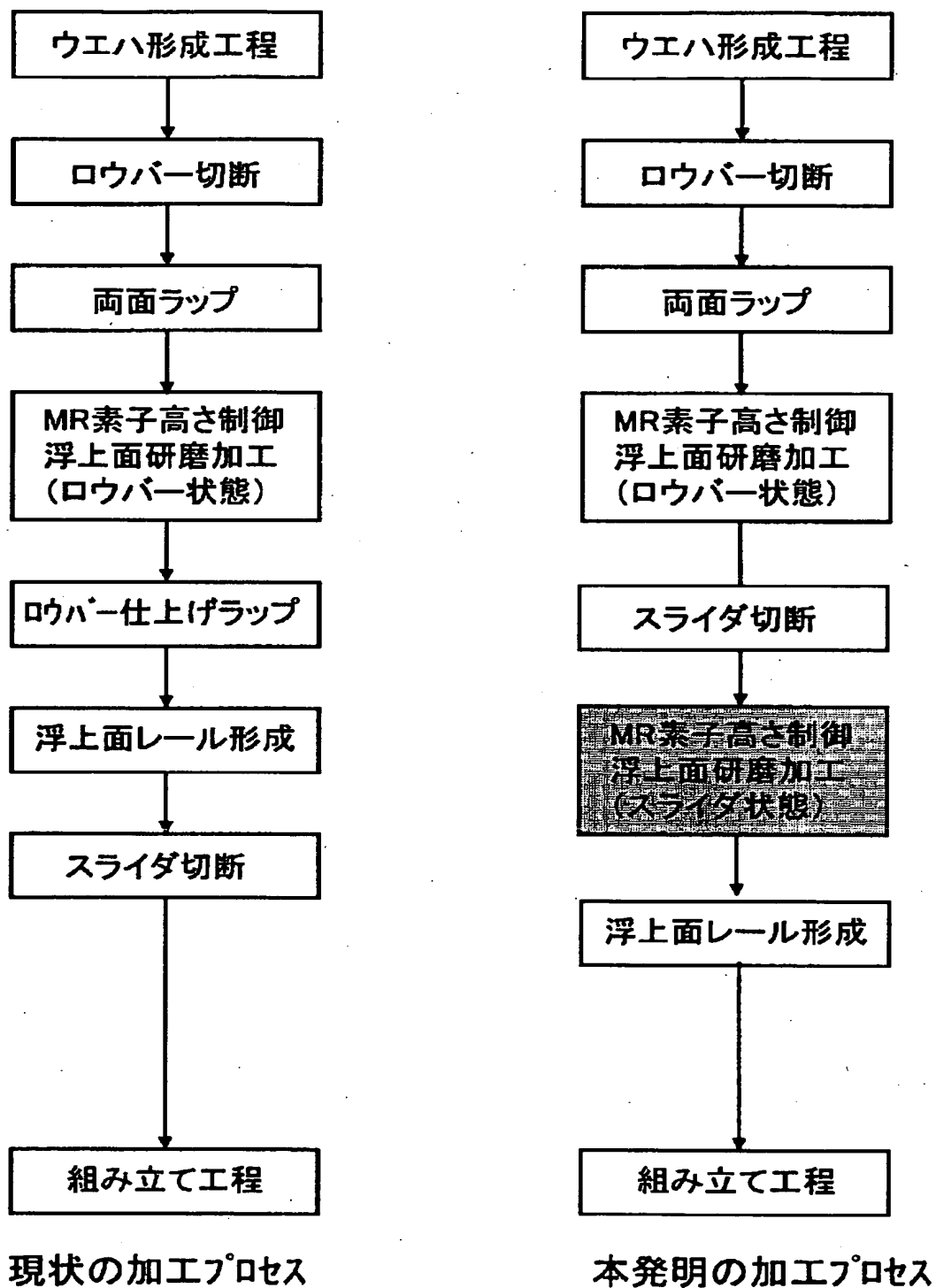


【図 7】

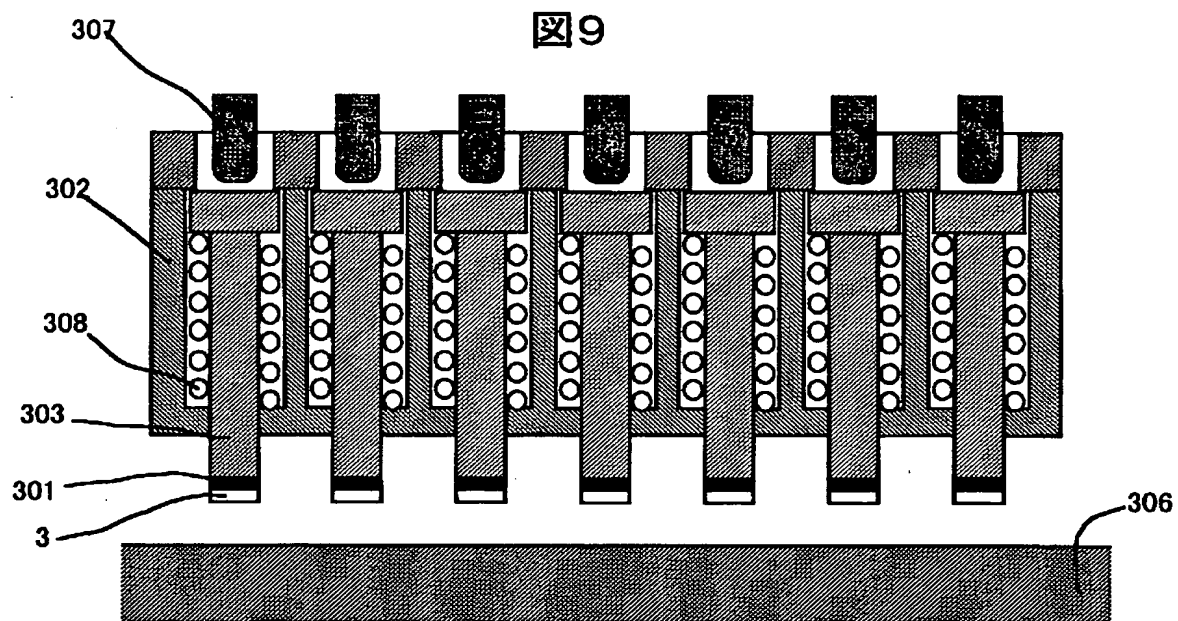


【図 8】

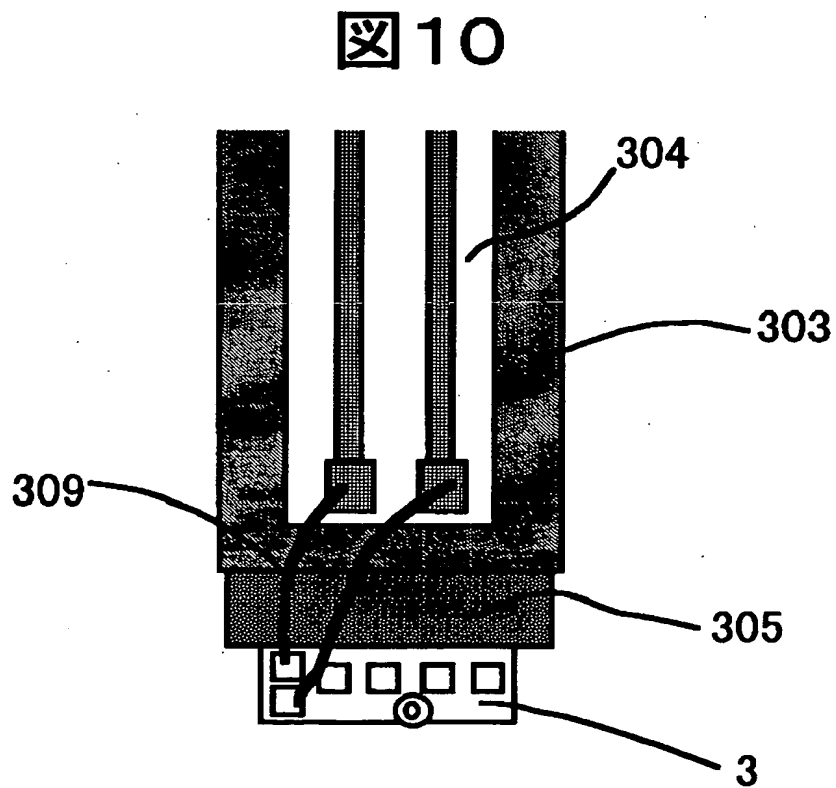
図 8



【図 9】

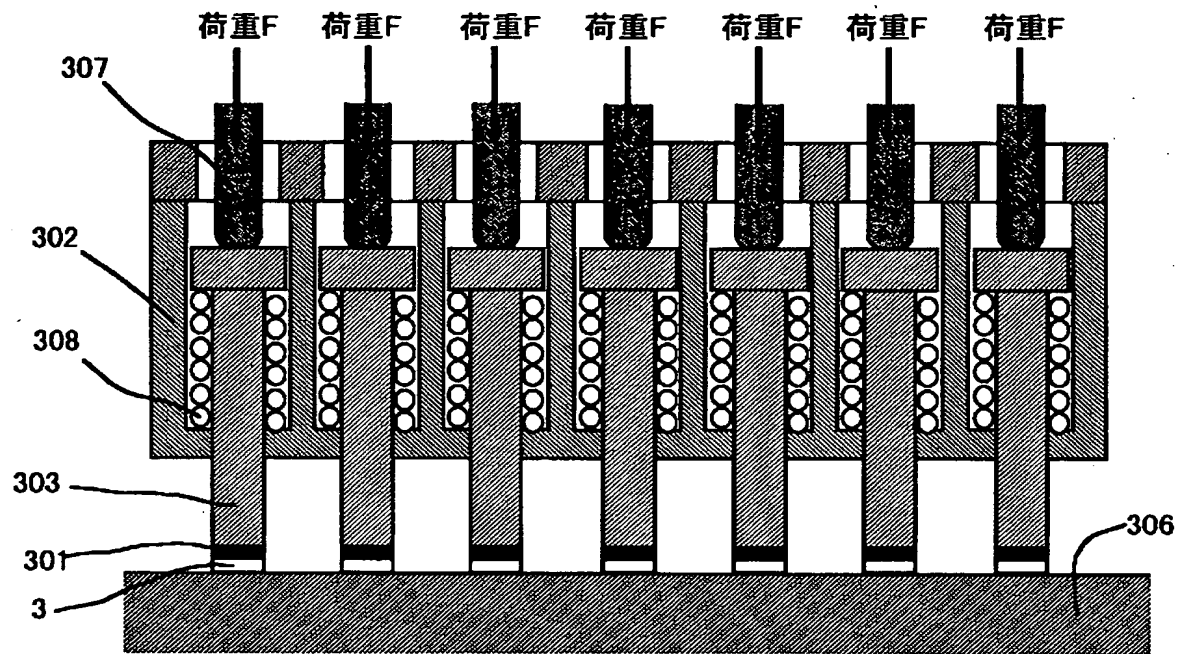


【図 1 0】



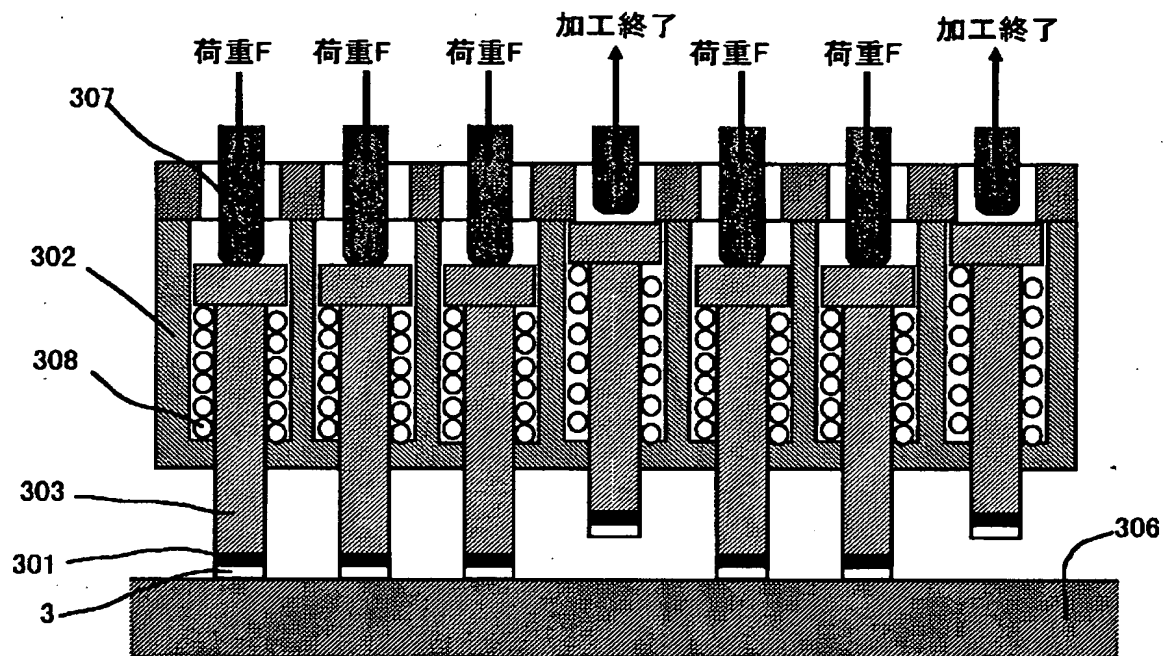
【図 1 1】

図 1 1



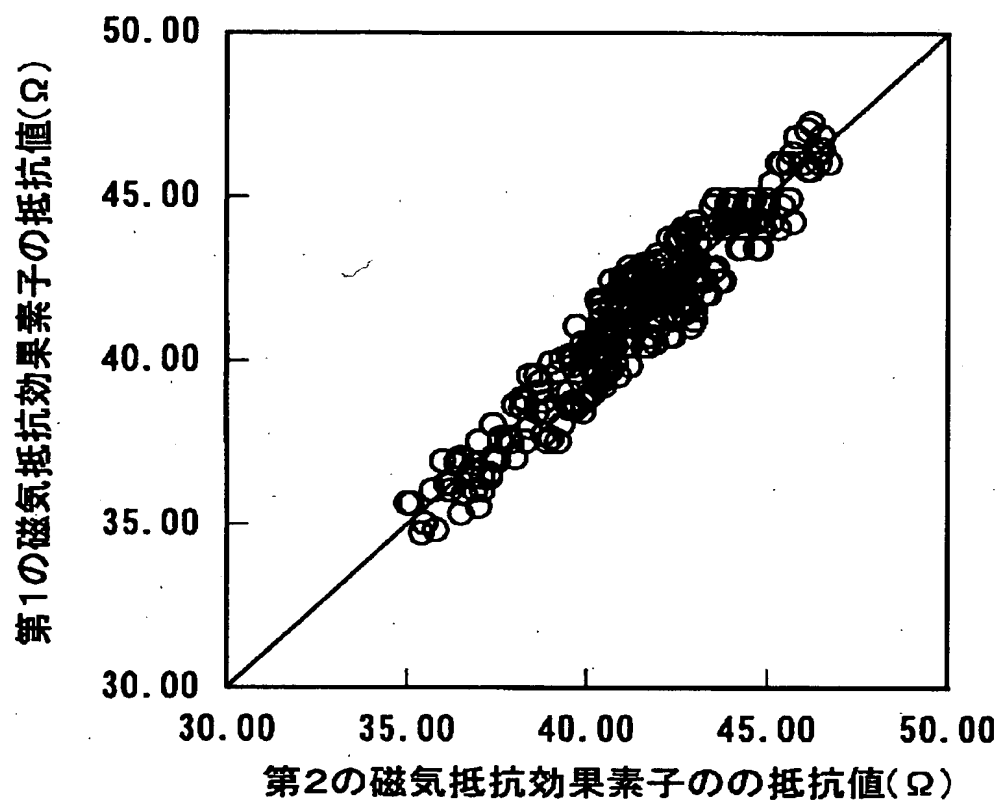
【図 12】

図 12

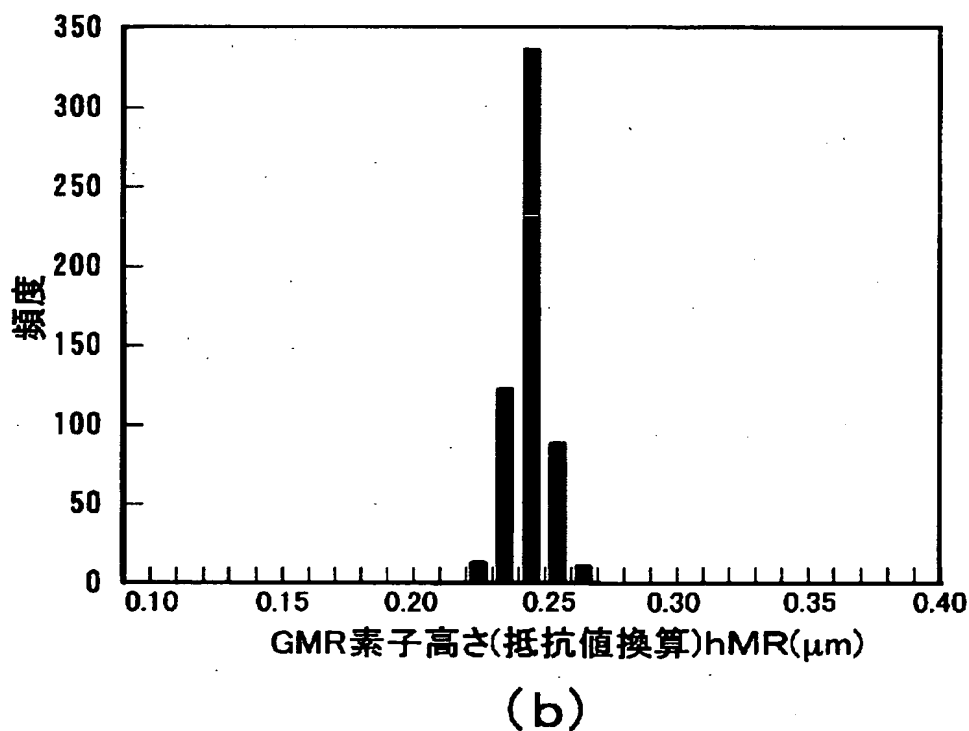
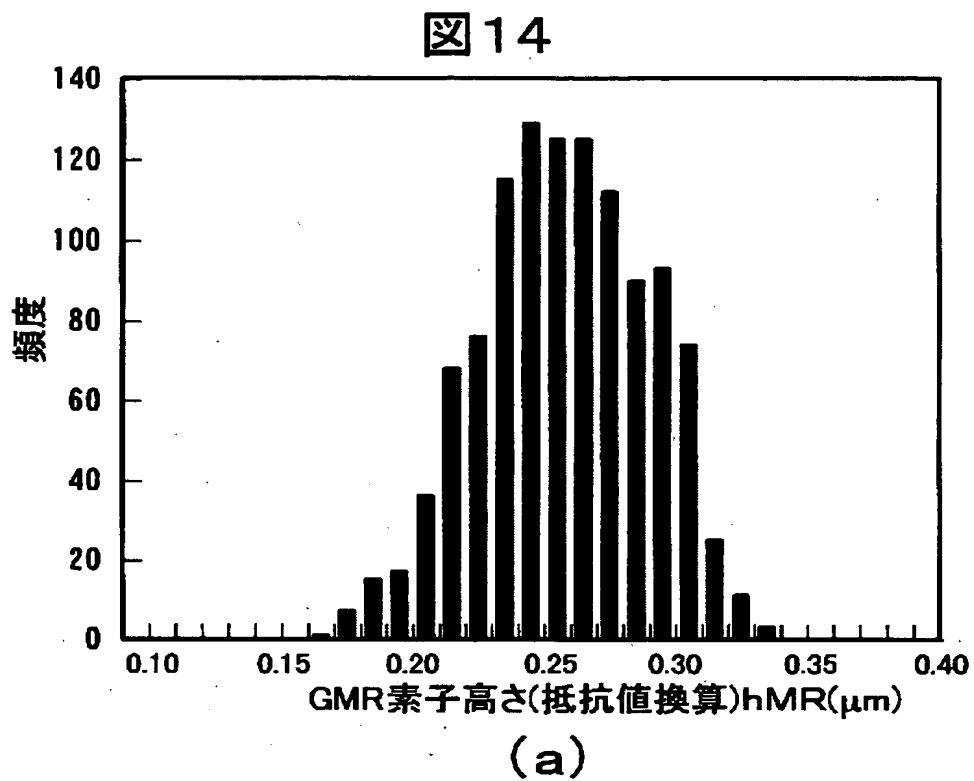


【図13】

図13

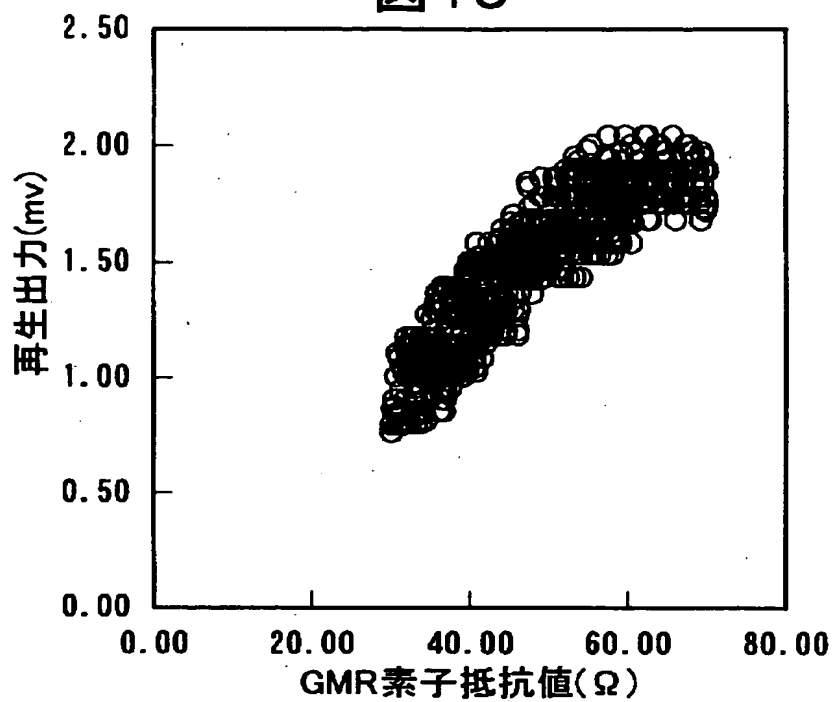


【図 14】

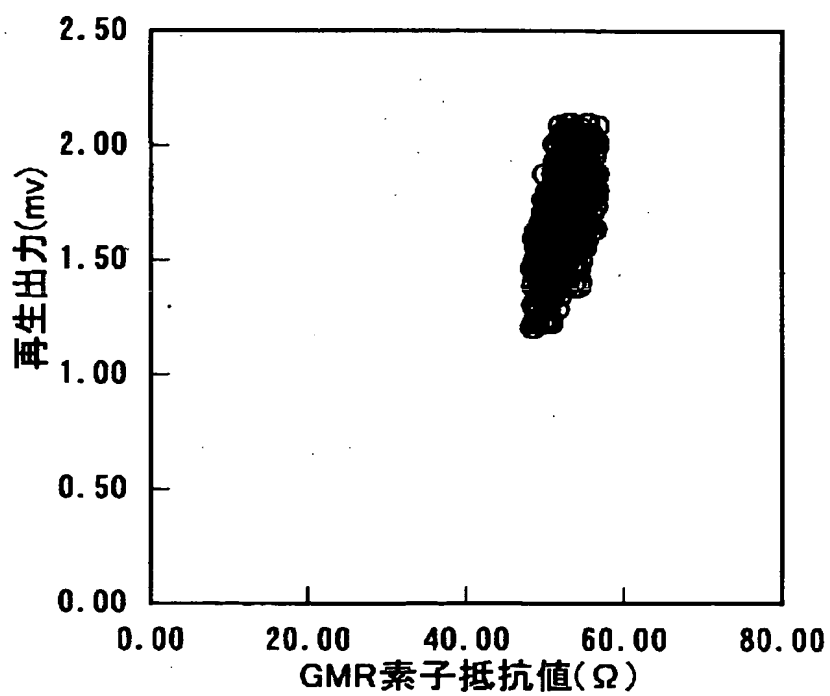


【図 15】

図 15



(a)



(b)

【書類名】 要約書

【課題】

磁気ヘッドを構成する磁気抵抗効果素子のMR素子高さを $\pm 0.02 \mu\text{m}$ 以下の精度で研磨加工を行なう。

【解決手段】

上記の課題を実現するために、スライダ内に記録再生用と研磨加工量検出用の磁気抵抗効果素子を形成し、スライダ毎に加工量検出用素子の抵抗値を測定しながら研磨加工を行ない、所定の抵抗値に達したときに上記スライダと研磨盤とを非接触にする。

【選択図】 図6

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-230767
受付番号	50101120892
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0097
作成日	平成13年 8月 1日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成13年 7月31日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日	1990年 8月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名	株式会社日立製作所